El Problema de los Combustibles en el Uruguay

Conferencia pronunciada por el Ingeniero JULIO LAPORTE, en el Instituto Militar de Estudios Superiores, el 13 de agosto de 1948

Si fijamos nuestra atención en la potencialidad del Uruguay en reserva de combustibles, nos encontramos que de acuerdo a las numerosas investigaciones efectuadas por el Instituto Geológico del Uruguay, en búsqueda de combustibles sólidos y líquidos, el resultado de las mismas parece indicar que dichas reservas, prácticamente, no existen, ya que el Uruguay se considera carente de yacimientos de combustibles fósiles y de petróleos o bitúmenes en cantidades tales que hagan interesante su explotación.

COMBUSTIBLES SOLIDOS

Veremos en primer lugar la situación con respecto a los combustibles sólidos. De acuerdo a los numerosos trabajos efectuados por los Ingenieros del Instituto Geológico del Uruguay, se deduce, que la única zona en que se presentan ciertos estratos carboníferos es el Norte del Departamento de Cerro Largo en la cuenca del Río Yaguarón, especialmente en el lugar llamado Picada del Carbón, hay un afloramiento de carbón y esquistos carbonosos incluído en areniscas del Río Bonito.

El carbón que se encuentra en esta zona como en la de casi todos los lechos o bancos carboníferos, es de muy baja calidad y por su gran contenido en cenizas recuerda a los carbones que se encuentran en Río Grande do Sur, lo que hace pensar en el internamiento en el Uruguay de las capas carboníferas de dicho Estado. Sin embargo, hasta ahora, los depósitos carboníferos de forma lenticular algunos y capas muy estrechas otros, carecen de interés.

Se transcriben tres análisis típicos de estos carbones en el Cuadro Nº 1. Del examen de los mismos, se deduce, que se trata de carbones de muy baja calidad.

Es interesante señalar que en el país la importación de carbones minerales ha disminuído sensiblemente desde el año 1938 hasta la fecha, como se observa de las cifras que se transcriben en el Cuadro Nº 2.

CUADRO I

CARACTERISTICA DE CARBONES NACIONALES

	1	2	3
Humedad	10,0	15%	11%
Carbón fijo ...	25	19%	26%
M. Volátiles ...	27	35%	22%
Cenizas	38	31%	41%
Poder calorífico			3230 cal.
Azufre	3,4	1,6%	1,4%

1 y 2 procedencia: Cañada de los Burros, Cerro Largo.
3 Procedencia: Picada del carbón, Cerro Largo.

Las causas de este hecho son que una gran parte del carbón ha sido sustituído por fuel oil y que la energía suministrada por la RIONE ha hecho disminuir en cerca de 100 000 toneladas anuales el consumo del carbón de las Usinas Térmicas de la UTE y de otras industrias.

En cuanto a la utilización de leña o carbón de leña, el Uruguay sólo cuenta con el 3% de superficie forestal en relación con la superficie del país, considerando que ésta alcanza a unas 600.000 hectáreas aproximadamente.

Este hecho coloca al Uruguay entre los países más pobres en riqueza forestal y se puede afirmar que, de los países conocidos de Europa y América, es el que presenta la cifra más baja. Se considera que las condiciones ideales serían que el área forestal del país alcanzara al 30% de su superficie. Con ello se evitaría la erosión que tantos perjuicios ocasiona al territorio nacional.

La producción máxima de carbón de leña podría llegar a 390.000 toneladas anuales, explotando las zonas boscosas según un trabajo de los Ingenieros Agrónomos Elbio López y Eliseo Chavez, presentado en la Primera Conferencia Nacional sobre Aprovisionamiento y Racionalización en el Empleo de Combustibles, en julio de 1942.

CUADRO II

CIFRAS DE IMPORTACION Y CONSUMO DE CARBON EN EL URUGUAY

Año	Imp. Total Toneladas	Bunkers Toneladas	Consumo en el Uruguay Toneladas
1938	321.440	59.000	262.440
1939	386.550	57.000	329.550
1940	323.460	82.000	241.460
1941	191.050	64.000	127.050
1942	249.690	58.000	191.690
1943	344.480	51.000	193.480
1944	265.510	60.000	205.510
1945	312.340	45.000	267.340
1946	236.160	103.000	133.160
1947	162.830	63.000	99.830
1948(p s.)	66.150	19.000	47.150

(p. s. — primer semestre)

Como este carbón tiene un poder calorífico que varía entre 4.500 y 6.000 calorías, aproximadamente, según el porcentaje de humedad que contenga, se observa que con la cantidad que se podría obtener en el Uruguay de este tipo de combustible, la energía térmica que se obtendría resultaría muy reducida.

En cuanto a la utilización de la leña, ya sean de madera dura o blanda, es un hecho comprobado que salvo su utilización en el lugar de su producción, este combustible resulta caro, ya que el poder calorífico del mismo es sumamente bajo, pudiendo variar de 4.200 a 4.800 calorías/gramo en madera seca, según los tipos, pero no hay que olvidar que la leña corrientemente contiene altos porcentajes de humedad, entre un 30 y un 50%, con lo que los poderes caloríficos se reducen en las proporciones consiguientes.

Quedan las turbas, de las cuales se conocen las turberas de Carrasco, las de Maldonado y la de los Bañados de Rocha. De los estudios efectuados sobre este tipo de combustible, se deduce, que las turbas que se encuentran en el Uruguay son de baja calidad. El contenido en cenizas puede ser muy alto y el contenido de humedad también sumamente elevado, con lo que los poderes caloríficos, una vez secado al aire, varían entre 1.500 y 4.000 calorías.

De los numerosos trabajos efectuados por el Instituto Geológico y distinguidos técnicos en el país, se deduce, que económicamente hablando, la explotación de las turberas en el Uruguay, no es remuneradora.

En el Cuadro Nº 3, se transcriben datos sobre las características de ciertas turbas nacionales analizadas en el Laboratorio de Combustibles de la ANCAP.

COMBUSTIBLES LIQUIDOS

Hasta el momento, no se conocen en el Uruguay, yacimientos de petróleo o productos bituminosos y de las investigaciones geológicas efectuadas hasta la fecha el Instituto Geológico del Uruguay, saca la conclusión de que nuestro país, carece de dichos Yacimientos. Por otra parte, la formación geológica del Uruguay, parecería descartar la posibilidad de la existencia de Yacimientos. Ante este hecho, fué inquietud primordial de los integrantes del Directorio de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland y en especial del Director Químico Industrial Señor Silvio Moltedo, llegar a una respuesta categórica referente a este punto.

Con dicho objeto se iniciarán proximamente en nuestro país, investigaciones geológicas y geofísicas por una Compañía especialista de los EE. UU. contratada por la ANCAP, con el objeto de encontrar petróleo o por lo menos de dar dentro de un breve plazo, una respuesta definitiva y categórica sobre la existencia o no de yacimientos petrolíferos en el Uruguay. Con tal objeto el Gobierno de la Nación ha autorizado a la ANCAP a invertir hasta $ 1.200.000 por año para dicha búsqueda. Por descontado dicha Compañía trabajará en colaboración con los distinguidos técnicos del Instituto Geológico del Uruguay, el cual, hasta ahora, no ha dispuesto de los medios económicos como para estudiar en forma exhaustiva este capital problema.

No escapa a nadie la gran importancia que tiene para el país conocer en forma clara y dentro de un plazo más o menos breve, cuales son las posibilidades de futuro sobre la presencia o no de napas o yacimientos bituminosos y petrolíferos comercialmente explotables en nuestro territorio.

De acuerdo a los datos que poseemos existen dos zonas en el país donde podría pensarse en la posible existencia de petró-

CUADRO III

TURBAS NACIONALES

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO ANCAP

Determinaciones	*Bañado Laguna Negra (Dpto. de Rocha)*		*Bañado de Carrasco*		*Turba carbonizada en polvo (Instituto Geológico)*
Muestra tal como se recibió	*Muestras No. 1*	*No. 2 (Instit. Geológico)*	*Porción Superior*	*Inferior*	
Humedad total %	70.7	81.0	64.63	71.33	———
Resultados obtenidos en turbas secadas al aire.					
Humedad %	10.05	10.97	11.82	10.92	9.86
Cenizas %	38.61	7.55	13.19	9.81	3.72
Materias volátiles %	40.84	57.94	52.98	55.91	20.51
Carbón fijo (por dif.)	10.50	23.54	22.01	23.36	65.91
Azufre %	0.62	0.81	0.58	0.78	0.35
Poder calorífico, cal/gr.	2563	4393	3850	4240	5315
Resultados expresados en turba seca.					
Cenizas %	42.92	8.48	14.96	11.01	4.13
Materiales volátiles %	45.40	65.08	60.08	62.76	22.75
Carbón fijo (por dif.)	11.68	26.44	24.96	26.22	73.12
Azufre %	0.69	0.91	0.66	0.88	0.39
Poder calorífico, cal/gr.	2850	4934	43[illegible]5	4760	5896

ESTUDIOS EFECTUADOS POR EL INSTITUTO GEOLOGICO

	Turba Carrasco	*Turba Maldonado*
Materiales volátiles %	40 — 48	19 — 24
Cenizas %	———	60 — 72
Carbón fijo %	29 — 38	———
Azufre %	———	0.14 — 0.40
Humedad %	———	10 — 51
Poder calorífico, cal/gr.	3300 — 4000	1500 — 2000

leo, pero creo que profundizar sobre este tema escapa un poco a la órbita de esta conferencia y sobre todo que existen en el país, técnicos más especializados sobre el tema a los cuales y a los norteamericanos que vengan, corresponde en definitiva encontrar la respuesta final, a las suposiciones que se han sustentado hasta el momento.

De todo lo que antecede, se deduce, que el Uruguay carece de combustible. Por lo que depende enteramente de la importación para aprovisionarse de lo que se podría considerar no sólo un artículo de primera necesidad, sino de aquellos productos que indican el adelanto y desarrollo industrial de un país, su standard de vida y su cultura; ya que estos tres puntos se encuentran estrechamente relacionados y como ejemplo, se me ocurren Francia en el siglo XIX y los EE. UU. en la actualidad.

Con referencia al consumo de petróleo se puede afirmar que en los países que disponen de poder adquisitivo en los centros de producción, éste aumenta; así por ej., en el Cuadro Nº 4, se observan las cifras com-

paratívas de consumo de petróleo y derivados entre los años 1941 y 1947 en USA. y en los Cuadros Nº. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, se observa el aumento en los consumos de los distintos derivados del petróleo entre los años 1933 a 1947, en el Uruguay. Del examen de esta cifra se deduce, que los consumos aumentan día a día, estando el de la nafta muy próximo a duplicarse 82.2% en más; kerosene 140% en más; gas oil 306% en más; diesel oil 90,4% en más; fuel oil 56,4% en más.

En cuanto a la nafta de aviación las cifras son como siguen; en el año 1937, se consumieron 252 m^3; en el año 1947: 7.972 m^3.

Todas estas cifras ponen de manifiesto en forma inequívoca la gran cantidad de energía que se produce por el empleo de combustibles en nuestro país.

¿Qué sucedería en el caso de un nuevo conflicto mundial si el Uruguay careciera de tan vitales elementos para su normal desarrollo? La respuesta es fácil, conduciría ello a la paralización de una enorme red de transporte motorizado y también a una gran parte de la industria que depende de los combustibles para su desarrollo. Por lo tanto: ¿Cuál es la solución a este problema? La estudiaremos a continuación:

Empecemos por enumerar las posibles fuentes de energía de que se dispone en la naturaleza:

1º) Los combustibles.

2º) Las caídas de agua. (Hulla Blanca).

3º) El viento. (Hulla Incolora).

4º) Las mareas y olas del mar. (Hulla Azul.)

5º) La radiación solar.

6º) La diferencia de temperatura entre la superficie y la profundidad del mar.

7º) El calor del sub-suelo profundo.

Desde el fin de la guerra hasta la fecha en los hogares norteamericanos se instalaron más de 1.000.000 de quemadores lo que aumenta el consumo en unos 50 millones de barriles anuales.

De todas estas fuentes de energía, cual es la que se encuentra más cercana a las posibilidades de nuestro país, descartados

CUADRO IV

U. S. A.

QUEMADORES DOMESTICOS

Año	*Quemadores-Hogares*
1930	648.500
1933	914.280
1936	1.340.675
1938	1.667.745
1940	2.135.125
1941	2.402.060
1943	2.375.455
1944	2.392.265
1945	2.525.655
1946	2.826.845
1947	3.583.931

U. S. A.

Unidades en uso	*1941*	*1947*
Automóviles	26.713.000	28.416.000
Camiones y buses	4.682.000	6.000.000
Tractores	1.783.000	2.844.000
Calentadores (Space heaters)	2.000.000	4.250.000
Quemadores	2.269.000	3.200.000
Locomotoras Diesel (Units)	1.032.000	5.281.000
Consumo Bls/d.	*1941*	*1947*
Gasolina	1.903.000	2.289.000
Kerosene	199.000	297.000
Destillates (Heating Oils)	520.000	877.000
Fuel Residual	1.089.000	1.436.000
Crudo Procesado	3.861.000	5.047.000

los combustibles incluso los de reemplazo que estudiaremos más adelante, queda primordialmente la hulla blanca de la cual ya se ha iniciado parte del aprovechamiento con la obra del Río Negro.

La tercera fuente de energía que podría tal vez aprovecharse en nuestro país sería el viento, pero hasta ahora, no se han hecho instalaciones para captar esa energía y aprovecharla más que en carácter puramente, casi podría llamarse doméstico, por lo menos no conozco ninguna instalación importante aprovechando esa energía.

CUADRO V

ESTADISTICAS PETROLERAS DEL URUGUAY

NAFTA

Consumo anual de nafta en metros cúbicos

Años	*Locomoción e Industrias m.³*	*Uso Agropecuario m.³*	*Aviación m.³*	*Total general m.³*	*%*
1933	99.828	2.382	58	94.718	7.
1934	97.761	3.888	111	101.760	+ 7.4
1935	103.661	4.669	187	108.517	+ 14.6
1936	107.932	6.196	176	114.304	+ 20.7
1937	120.815	8.474	320	129.609	+ 36.8
1938	122.338	11.739	755	134.832	+ 42.4
1939	120.768	13.802	1.145	135.715	+ 43.3
1940	116.476	13.799	1.306	131.581	+ 38.9
1941	119.949	15.309	1.602	136.851	+ 44.5
1942	89.622	11.577	1.449	102.648	+ 8.4
1943	44.812	9.583	809	55.204	— 41.7
1944	50.489	9.777	1.214	61.480	— 35.1
1945	64.568	11.262	1.842	77.672	— 18.0
1946	116.887	15.315	1.752	133.954	+ 41.4
1947	147.164	22.140	3.280	172.584	+ 82.2

CUADRO VI

KEROSENE

Consumo anual de kerosene en metros cúbicos

Años	*Doméstico e Industrial m.³*	*Uso Agropecuario m.³*	*Total general m.³*	*%*
1933	34.828	1.477	36.305	—
1934	38.177	3.952	42.129	+ 16.0
1935	36.840	4.403	41.243	+ 13.6
1936	40.782	4.889	45.671	+ 25.8
1937	44.339	6.216	50.555	+ 39.2
1938	45.140	6.886	52.026	+ 43.3
1939	45.955	7.159	53.114	+ 46.3
1940	48.751	6.914	55.665	+ 53.3
1941	52.928	7.688	60.616	+ 67.0
1942	43.615	7.405	51.020	+ 40.5
1943	20.040	5.479	25.519	— 29.7
1944	25.192	6.384	31.576	— 13.0
1945	28.997	8.963	37.960	+ 4.6
1946	54.132	13.545	67.677	+ 86.4
1947	67.579	19.601	87.180	+ 140.1

CUADRO VII

GAS OIL

Consumo anual de gas oil en metros cúbicos

Años	*Industrias* $m.^3$	*Agrícola* $m.^3$	*Automotriz* $m.^3$	*Total general* $m.^3$	%
1937	4.491	998	2.757	8.246	
1938	5.054	968	6.738	12.760	+ 54.7
1939	5.721	1.214	12.051	18.986	+ 130.2
1940	5.214	1.319	15.455	21.988	+ 166.6
1941	6.256	1.783	17.337	25.376	+ 207.7
1942	6.060	2.051	16.090	24.201	+ 193.5
1943	4.576	1.542	14.843	20.961	+ 154.2
1944	4.789	1.460	16.341	22.590	+ 173.9
1945	4.768	2.462	16.931	24.161	+ 193.0
1946	7.467	2.999	17.298	27.764	+ 236.7
1947	9.742	4.780	18.940	33.462	+ 305.8

CUADRO VIII

DIESEL OIL

Consumo anual de diesel oil en metros cúbicos

Año	*Industrias particulares* $m.^3$	*Industrias del Estado* $m.^3$	*Total general* $m.^3$	%
1936	6.236	7.269	13.505	
1937	5.482	7.523	13.005	— 3.7
1938	5.292	8.113	13.405	— 0.7
1939	5.472	8.533	14.005	+ 3.7
1940	7.217	8.790	16.007	+ 18.5
1941	8.174	10.453	18.627	+ 37.9
1942	8.768	9.428	18.196	+ 34.7
1943	9.754	9.320	19.074	+ 41.2
1944	10.706	8.260	18.966	+ 40.4
1945	10.362	10.786	21.148	+ 56.6
1946	8.910	12.588	21.148	+ 56.6
1947	9.342	16.370	25.712	+ 90.4

CUADRO IX

FUEL OIL

Año	*Industrias particulares m.³*	*Industrias del Estado m.³*	*Total general m.³*	*%*
1936	164.907	51.441	216.348	
1937	173.859	53.374	227.233	+ 5.3
1938	159.465	63.457	222.922	+ 3.0
1939	187.159	74.419	261.578	+ 20.9
1940	177.653	69.141	246.749	+ 14.0
1941	184.866	70.224	255.090	+ 17.9
1942	131.266	65.153	196.419	— 9.2
1943	82.130	58.544	140.674	— 35.0
1944	119.618	109.670	233.538	+ 7.9
1945	123.868	109.670	233.538	+ 7.9
1946	207.056	130.105	337.161	+ 55.8
1947	248.693	89.772	338.465	+ 56.4

CUADRO X

IMPORTACION DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS

Año	*Nafta común m.³*	*Nafta Aviac. m.³*	*Kerosene m.³*
1937	84.716	252	26.514
1947	49.743	7.972	57.715

Año	*Gas-Oil m.³*	*Diesel Oil m.³*	*Fuel-Oil m.³*
1937	3.681	3.982	250.587
1940	———	52.630	255.004
1947	———	8.453	188.307

CUADRO XI

IMPORTACION DE PETROLEO CRUDO

Año	*Crudo pesado temblador m.³*	*Crudo intermedio oficina, jusepín y arabia m.³*	*Crudo liviano Ecuador y Perú m.³*	*Total m.³*
1937	———	———	107.241	107.241
1938	———	———	264.948	264.948
1939	25.179	———	237.622	262.801
1940	48.404	———	286.454	334.858
1941	89.723	———	200.279	290.002
1942	31.567	13.343	170.662	215.572
1943	47.615	———	121.566	169.181
1944	39.152	———	157.211	196.363
1945	68.080	90.419	175.561	334.060
1946	50.036	93.765	223.077	366.878
1947	59.602	124.740	284.727	469.069

CUADRO XII

IMPORTACION DE CRUDO

Primer Semestre 1948

Crudo .... Total	406.705 m³

PRODUCCION

Naftas	91.000 m³
Kerosen	49.260 »
Gas-Oil	24.000 »
Fuel-Oil	177.304 »

PRODUCCION DE NAFTA AVIACION

Nafta de 73 octanos	481 m³
Nafta de 80 octanos	166 »
Nafta de 91 octanos	449 »
Total	1.096 »

IMPORTACION

Nafta aviación de 100 octanos	1.513 m³
Nafta	14.632 »
Kerosene	1.100 »

De las otras fuentes de energía enumeradas la única que se aprovecha también con carácter doméstico es la radiación solar, existiendo en Montevideo varios edificios con instalaciones de dicho tipo.

HULLA BLANCA

Al respecto del aprovechamiento de las corrientes de agua de nuestro suelo como fuente de energía, deseo transcribir una opinión del ilustre Ingeniero Víctor B. Sudriers, que dice: «Está en nuestros ríos y arroyos el mayor, tal vez el único puntal de nuestra salvación económica y política, el recurso natural por excelencia que encierra toda la fuerza física de nuestra Nación».

Conocida es la obra admirable del Ing. Sudriers, propiciando desde los altos cargos que ha ocupado con el mayor tesón y entusiasmo el aprovechamiento de nuestra energía hidráulica y aconsejando la construcción de represas y usinas hidroeléctricas en diversos cursos de agua, fundamentalmente, el Río Negro, que es ya una realidad y los ríos Cebollatí, Queguay, Cuñapirú y Uruguay.

Deseo transcribir a Uds. algunos párrafos del discurso del Presidente de la RIONE, Ingeniero Eduardo Terra Arocena, del 26 de diciembre de 1945, con motivo de la inauguración de las Obras Hidroeléctricas del Río Negro. «Para los países que no disponen de recursos energéticos de carácter térmico y el Uruguay carece en absoluto de ellos, la utilización de los recursos hidráulicos es el único medio de disponer de energía».

Esta es, por otra parte, la política de todas las naciones incluso aquéllas que tienen grandes reservas de combustibles como los EE.UU. e Inglaterra.

El consumo actual de energía en el Uruguay es de 350 millones kWh. anuales, es decir 140 kWh. por habitante.

En el Rincón del Bonete la potencia instalada es de 128.000 kW. (500.000 kWh.) y se calcula que con el aprovechamiento integral del Río Negro, se podría disponer de una potencia instalada de cerca 500.000 kW. Para ello sería necesario encarar la construcción de otras represas aguas abajo, solución ésta que presentaría menos dificultades por disponer ya de la represa reguladora de caudal.

Debo manifestar que en la actualidad, según los últimos datos que me han facilitado, la RIONE entrega a la UTE, 56.000 kW. cifras tomadas en Tableros en Montevideo y que incluyen la pérdida de carga de la línea, lo que indica que la RIONE está trabajando solamente con 2 Turbogeneradores que deben generar en tablero 64.000 kW.

Las Usinas Térmicas de Montevideo, tienen una potencia instalada de 80.000 kW.; 50.000 kW. para la Central José Batlle y Ordónez y 30.000 kW, para la Central Ingeniero Calcagno.

Existe en la actualidad otra fuente de aprovechamiento de energía hidráulica que está siendo objeto de estudios y es el aprovechamiento del Río Uruguay en el Salto Grande, aunque hay otros técnicos que se inclinan por el lugar llamado Salto Chico. Se considera que la represa en este lugar proporcionará al Uruguay una potencia instalada de 437.000 kW.

Es decir, que una vez construídas las represas proyectadas el Uruguay podría disponer de cerca de 937.000 kW. instalados y que producirían una cantidad de energía anual igual a 3400 millones de kWh. Según opinión del Ingeniero Terra Arocena, el valle del Río Negro ofrece posibilidades

CUADRO XIII

CONSUMO U. T. E.

Año	*Capital* *Fuel Oil* *m.³*	*Capital* *Carbón* *m.³*	*Interior* *Diesel-Oil* *m ³*	*Interior* *Gas-Oil* *m.³*
1936	45.251	———	5.551	Alrededor de 400 metros cúbicos para usinas del interior
1937	44.043	———	6.257	
1938	43.264	67.000	7.160	
1939	48.274	95.000	7.537	
1940	45.183	108.000	7.691	
1941	50.549	57.000	9.297	
1942	48.200	52.000	8.775	
1943	47.274	114.000	8.731	
1944	63.835	75.000	7.565	
1945	83.831	105.000	9.824	
1946	96.156	———	11.930	
1947	53.370	———	15.457	
1948 (p. s.)	30.434	———	9.757	

(p. s. — primer semestre)

para generar 1500 millones de kWh. por año.

La potencia instalada en las llamadas Usinas del Interior de la UTE, es de 22.000 kW., siendo generada, fundamentalmente, en equipos con motores Diesel.

Por lo tanto, la potencia total instalada en el país en las Usinas Térmicas y en las Diesel es de 102.000 kW. que dependen en absoluto de los combustibles importados o producidos en el país con materia prima importada. En el Cuadro Nº 13, se detallan los consumos anuales de combustibles de la UTE.

Por lo tanto, existe un real interés en electrificar todo lo posible las industrias del país, partiendo de la utilización de la energía hidroeléctrica, ya que esto nos pondría a salvo del peligro que representaría la interrupción del suministro de combustible. Naturalmente esto produciría simplemente una situación menos grave ya que existen una cantidad de actividades que están relacionadas estrechamente con el consumo de combustibles líquidos, fundamentalmente transportes.

El petróleo debe emplearse para propulsión, para la preparación de productos esenciales y como materia prima para la fabricación de productos químicos y no como combustible en hogares, donde puede quemarse carbón en forma eficiente y con igual economía que con el fuel- oil, ni para generar energía donde puede aprovecharse la hulla blanca.

Se basa este consejo de racionalización en el empleo del petróleo, en que las reservas mundiales de carbón, se considera que son mil veces más grandes que las del petróleo, y por lo tanto, es lógico fomentar la utilización de aquel combustible de que se dispone en mayor cantidad.

Pero deberá aprovecharse el carbón como tal o someter el mismo a procesos catalíticos para obtener a partir de esta fuente tan importante, petróleo sintético. Esto ya es un hecho desde hace varios años, el ejemplo de Alemania durante la guerra, en la que la producción de nafta sintética alcanzó en 1940 a un total de 5.352.000 m³.

Esto nos conduciría a estudiar combustibles de reemplazo, petróleos sintéticos y cual de ellos sería factible producir en el Uruguay para hacer frente a una emergencia.

Antes de entrar en este tema del cual apenas describiremos a grandes rasgos los procedimientos que han conducido a la obtención de petróleo sintético y los diversos combustibles de reemplazo que se han preconizado en diversos países, es necesario ya que me encuentro en este ambiente hablar un poco sobre la utilización

de los combustibles en la guerra por un ejército moderno.

Si en la guerra del 1914 a 1918, Lord Curzon pudo decir en el Parlamento Inglés que la victoria había venido flotando en un mar de petróleo, indicando en esta forma la Superioridad en el aprovisionamiento de petróleo que habían tenido los Aliados sobre los Imperios Centrales; en la guerra última ya no se podría hablar de mar de petróleo sino de océanos de petróleo. Se fundamenta esto en lo siguiente, si consideramos el índice 1 para el consumo de petróleo y derivados en la primera guerra mundial, este índice pasa a 80 para la segunda.

Un bombardero aéreo transportando 1250 toneladas de bombas consume 3.875.000 litros de nafta de 100 octanos y 94.500 litros de lubricante.

Se considera que en los últimos años de la guerra se gastaban 159.000.000 de litros de derivados del petróleo por día.

De acuerdo con una estadística publicada en EE.UU. establece que sólo en Europa para vencer a Alemania las fuerzas inglesas y americanas gastaron 75 millones de toneladas de derivados del petróleo.

No considero necesario extenderme más sobre este tema ya que tuve el honor de desarrollarlo en una conferencia anterior pronunciada en este Instituto.

COMBUSTIBLES DE REEMPLAZO

Durante la guerra se ensayaron en el Uruguay una serie de combustibles de reemplazo, entre ellos cabería citar para sustituir a los carbones importados carbones de leña, leñas diversas, residuos de oleaginosos, coquitos, maíz en marlo, en grano y en harina, etc, etc.

De esa utilización se sacó la conclusión que los rendimientos térmicos eran bajos, las parrillas y hornos sufrían perjuicios, en fin que presentaban una serie de inconvenientes unidos a un costo elevado de la energía térmica obtenida.

Además es necesario añadir que una gran parte de dichos sucedáneos fué necesario importarla, caso del maíz y la leña, que se trajeron principalmente de la Argentina.

De donde es necesario señalar que los hechos corroboran la afirmación de que no existen en el Uruguay combustibles sólidos o sustitutos en las cantidades necesarias para el consumo.

COMBUSTIBLES LIQUIDOS

Como sustituto de los combustibles líquidos, en primer lugar de la nafta, se pueden citar las mezclas alcohol-nafta con o sin tercer solvente; los llamados en Francia carburantes nacionales.

Se han preconizado para dicho uso mezclas conteniendo un 90% de nafta y un 10% de alcohol. En estos casos es necesario emplear alcohol absolutos y no son necesarias variaciones en los «gicleurs» de los carburadores. Otras mezclas son alcohol 30%; Nafta: 70%; y mejor aún otras con la siguiente composición: Nafta 70%; Benzol o éter etílico 4%; alcohol 26%.

Todas estas mezclas tienen el enorme peligro de que la contaminación con pequeñas cantidades de agua produce la separación de los componentes, también resultan poco estables a bajas temperaturas.

Los rendimientos teóricos están en relación con los poderes caloríficos inferiores de los combustibles. Si se toma para la nafta un poder calorífico inferior de 7500 cal/l. y para el alcohol un poder calorífico inferior de 5100 cal/l., se comprende que los poderes caloríficos estarán en relación a las proporciones de la mezcla y que, por lo tanto, el poder calorífico de ésta, en casi todos los casos será más bajo que el de las naftas.

La utilización de un tercer solvente en una proporción de un 4% en las naftas, para efectuar mezclas con alcohol etílico y preparar carburante nacional, exigiría emplear un volumen de 6 millones de litros de éste, por ej., benzol y considerando que el Uruguay no posee este producto será necesario importarlo, de donde el empleo de este tercer solvente, presentaría el mismo inconveniente o mayor aún, que el importar directamente petróleo. Esta cifra es en base a preparar 150 millones de litros de nafta anuales.

No todos son inconvenientes en la utilización de los carburantes alcohol-nafta, ya que el alcohol tiene un poder antidetonante elevado: 99 octanos, por lo que las mezclas alcohol-nafta suelen tener mejor número de octano que la nafta sola.

CUADRO XIV — CONSUMO DE CEREALES EN LA DESTILERIA DE ALCOHOLES

	Año 1945		*Año 1946*		*Año 1947*		*Totales*	
	Nacional	*Importado*	*Nacional*	*Importado*	*Nacional*	*Importado*	*Nacional*	*Importado*
Maíz	6.642.906	4.929.535	1.102.847	2.049.463	1.845.202	7.004.363	9.590.955	13.983.366
Trigo	———	2.338.319	———	3.220.190	———	———	———	5.558.509
Cebada malteada .	2.000	———	———	———	———	———	2.000	———
Cebada ..	305.735	874.207	215.390	693.494	340.057	181.637	861.182	1.749.338
Centeno ..	23.133	104.643	———	8.205	———	772.990	23.133	885.838
Arroz	———	———	———	2.091.254	———	———		2.091.254
Sorgo feterita ..	———	———	———	———	17.280	———	17.280	———
Malta seca	———	———	———	———	24.000	———	24.000	———
Totales ...	6.973.774	8.246.704	1.318.237	8.062.606	2.226.539	7.958.995	10.518.550	24.268.305

Rendimientos: Año 1945: 26,93% Año 1946: 31,60% Año 1947: 34,92% Promedio: 30,54%

CUADRO XV

Año 1945 ..	4.100.123	litros	a	100º	G.L.	
Año 1946 ..	2.964.688	»	»	»	»	
Año 1947 ..	3.557.521	»	»	»	»	
Total	10.622.332	»	»	»	»	

Mi distinguido amigo el Doctor Reynaldo Deambrosis, en una conferencia magistral sobre: «*El empleo de la mezcla carburante alcohol-nafta*», pronunciada en la Primera Conferencia Nacional sobre Aprovisionamiento y Racionalización en el Empleo de los Combustibles en 1942, estudió este tema, llegando a la conclusión que no siendo el Uruguay un país productor de materias alcoholígenas, resultaba antieconómico el empleo de estos carburantes.

Efectivamente podemos afirmar que para que un país se dedique a producir alcohol como carburante se necesitan tres condiciones:

1º) Ser un país agrícola.

2º) Falta de carburante.

3º) Excedente de combustibles industriales.

Vemos claramente que el Uruguay, si bien carece de carburante, no es un país agrícola, ni tiene exceso de combustibles industriales. Tal es al menos la situación en la actualidad.

ACEITES VEGETALES USADOS COMO COMBUSTIBLES EN MOTORES DIESEL

Tuve el honor de exponer este tema en en la Primera Conferencia Nacional sobre Aprovisionamiento y Racionalización en el Empleo de los Combustibles, en el año 1942 y llegué a la conclusión de que no existirían inconvenientes de orden técnico en el empleo de los aceites vegetales en los motores Diesel, si se adoptan ciertas precauciones previamente.

También en esa oportunidad estudié la posibilidad del empleo de ciertos aceites vegetales como lubricantes y finalmente en la última parte de la misma, estudié la descomposición pirogenada, catalítica e hidrogenación de los aceites vegetales con el objeto de obtener productos similares al petróleo.

Todo ello presentaba interés en aquellos momentos de crisis de combustibles y siendo el Uruguay en la actualidad un país productor de oleaginosos, tal vez en otra situación de emergencia haya necesidad de recurrir a estos sucedáneos, cosa que no fué posible en la guerra anterior por los enormes precios que cotizaron las fábricas de oleaginosos por su aceites.

GRASAS ANIMALES

Los Ingenieros Manuel E. Lúgaro, Félix de Medina y el Ingeniero Carvallido, Director de Usinas del Interior de la UTE, efectuaron ensayos en motores Diesel uti-

lizando como combustibles grasas animales, fundamentalmente sebo, quedando demostrado que el sebo precalentado para hacerlo flúido, puede emplearse en motores Diesel de la clasificación 3-A y 5-A de la ASTM.

GASOGENOS

Este sería un medio de poder sustituir parte de la nafta que se consume para transporte y también de otros combustibles utilizados en hogares que podrían sustituirse por el gas generado en gasógenos.

Los gasógenos son equipos que tienen por objeto generar gas combustible que posteriormente será usado como tal en equipos industriales o en motores.

Los gasógenos pueden utilizar como combustible la leña, el carbón de madera, el coke, la antracita, etc, etc..

En el Uruguay, fundamentalmente, se han utilizado gasógenos durante la última guerra que utilizaban como combustible carbón de leña.

La razón de la preferencia del carbón de leña frente a la madera es que éste no da origen como aquélla, a productos de destilación, como son los ácidos piroleñosos y alquitranes, que obligan a instalar en los gasógenos que queman madera un equipo de purificación del gas para separar estos productos, haciendo complicada la instalación.

En los gasógenos a carbón de leña se genera gas pobre, el cual mediante la inyección de agua cerca de la tobera se enriquece algo aumentando su proporción de hidrógeno y también su poder calorífico.

La temperatura que existe en el gasógeno en el foco de combustión, junto a la tobera, varía entre 1000^0 y 1500^0 C, de donde se deduce la conveniencia de utilizar tobera refrigerada o de metales de alto punto de fusión.

El gas al salir del generador suele tener una temperatura comprendida entre 300^0 y 500º C, por lo tanto, es necesario enfriarlo antes de introducirlo en el motor a una temperatura inferior a los 40^0 C, pues de lo contrario el volumen real de la cilindrada quedaría disminuído.

La mezcla que alimenta un motor de explosión, cuando trabaja a nafta tiene un poder calorífico de 850 cal/m^3; cuando es alimentado con gas pobre tiene 550 cal/m^3., ya que para quemar este último la cantidad de aire necesaria es igual a la de gas.

Componentes	*Gas pobre*	*Gas pobre con inyección de agua*
CO %	30.0	30.0
H^2 %	4.0	10.0
CH^4 %	1.0	1.0
CO^2 %	3.5	3.5
O^2 %	0.3	0.2
N^2 %	60.0	55.0
	1.100	1.250

De las cifras que anteceden, se deduce, la pérdida de potencia que experimenta un motor, cuando se utiliza un gasógeno de gas pobre, que alcanza hasta el 50%, siendo la normal del orden del 35% y pudiendo reducirse a un 25% con el avance del encendido y aumentando la relación de compresión.

Un motor corriente que tenga 3,6 litros de cilindrada y trabaje a 2500 rpm necesita 99.000 litros/hora de gas.

La fórmula a aplicar es la siguiente:

$$\text{Vol. litros hora} = 11.\ C.\ N.$$

en donde C = cilindrada y N = rpm.

CONSUMO

El consumo en los gasógenos cuando éste se aplica a los vehículos es del orden de: 1,4 kg. de carbón para sustituir un litro de nafta (745 g.), de donde las relaciones en peso son de 2 a 1, aproximadamente.

De las experiencias efectuadas, se deduce, que en los autos el consumo del carbón por km. es de 200 a 230 g.; en camiones de 3 t. de 280 g.; en camiones de 6 t. de 450.; en camiones de 12 t. de 700 g.

En relación a la potencia puede decirse que utilizando un carbón de 6500 calorías, se necesitan aproximadamente unos 500 g. por HP hora.

El combustible más aconsejable es carbón de leña de un tamaño comprendido entre 6 y 30 mm. con una humedad inferior al 5% y unas materias volátiles comprendidas entre el 7 y 12%, libre de materias extrañas.

Debe ser duro para evitar el resquebrajamiento excesivo y la formación de polvo en los malos caminos.

Con los gasógenos es necesario tener en cuenta la autonomía del vehículo, es decir el número de kms. que es posible recorrer sin cargar el gasógeno y que debe ser de 80 a 150 km.

La velocidad que puede alcanzar un vehículo equipado con gasógeno es muy ligeramente inferior a la que se consigue con la nafta, pudiendo mantenerse fácilmente velocidades de crucero del orden de 70 km. por hora.

En 1944, más de 3.000 vehículos se movían a gas pobre, puede calcularse que la economía que ello representaba era de 1.000.000 de litros de nafta por mes y correspondía entonces a un 20%, ya que el país se encontraba racionado. En la actualidad una cantidad así no representaría una economía superior al 7%.

En el Uruguay, durante la guerra, se fomentó la construcción de gasógenos y su empleo en vehículos. En 1943 hubo la exposición del gasógeno en Montevideo. En 1944 la ANCAP vendía en sus Estaciones de Servicio carbón especial envasado en bolsas de papel de 15 kg. Al mismo tiempo mantenía un servicio de limpieza y acondicionamiento de gasógenos.

En el Departamento de Combustibles de la ANCAP, se había instalado una cámara de secado automática para poder dar el carbón con el grado de humedad requerido; existía además una zaranda y el equipo mecánico que permitía envasar 2000 bolsas de carbón por día.

El concurso de gasógenos que se efectuó en aquella época resultó un éxito, habiendo intervenido en el mismo 10 camiones y 24 autos, recorriéndose un circuito de 1850 km. por el interior del país, terminando el recorrido todos los vehículos con excepción de un camión que sufrió un accidente.

De todo ello se podría deducir que el gasógeno es un sustituto de emergencia interesante.

Mi distinguido amigo el Ingeniero Ernesto Pelufo, ha tratado profundamente este tema en diversos trabajos muy bien documentados que me permito aconsejar a las personas que deseen profundizar sobre este tema.

PETROLEO SINTETICO

Finalmente, solamente a título científico es necesario mencionar los grandes procesos para la obtención de petróleo sintético a partir de carbón como materia prima, para ser más exactos, de mezclas de óxido de carbono e hidrógeno, siendo el primero obtenido por combustión incompleta del carbón.

El de Bergius que emplea grandes presiones y temperaturas, del cual existían instalaciones en Alemania que produjeron en el año 1940, 3.600.000 m^3 de nafta sintética.

En Inglaterra también existen grandes instalaciones.

El otro proceso es el Fischer — Tropsch que trabaja a temperaturas y presiones más bajas y en presencia de catalizadores, pudiendo obtenerse hidrocarburos a partir de gas de agua o del gas natural. Este proceso originalmente alemán ha sido perfeccionado en los EE.UU. en los últimos años, con el objeto de obtener petróleo sintético a partir de los yacimientos de gas natural.

El costo de producción, si bien se ha reducido mucho, todavía es ligeramente más elevado que el de los derivados del petróleo obtenidos por los procesos actuales. Sin embargo, existen varias instalaciones en gran escala en los EE.UU. y los técnicos prestan un gran interés a este tema ya que la obtención de petróleo sintético utilizando como materia prima gas natural o carbón, aumentaría las reservas de petróleo de los EE.UU., en cantidades fabulosas e independizaría a ese país en lo que se refiere a las importaciones de petróleo que crecen día a día.

Es necesario manifestar que ninguno de estos procesos por las inversiones que ello representa, es aplicable en el Uruguay.

Por otra parte, no existiendo reservas de combustibles fósiles en el Uruguay, carecen de interés estos procesos.

He querido dar a Uds, a grandes rasgos una idea de lo que es el problema de los combustibles en el Uruguay, país eminentemente pobre en ese sentido. Si la fortuna no corona los esfuerzos que se van a efectuar para la búsqueda de petróleo, la situación permanecerá incambiada y, por

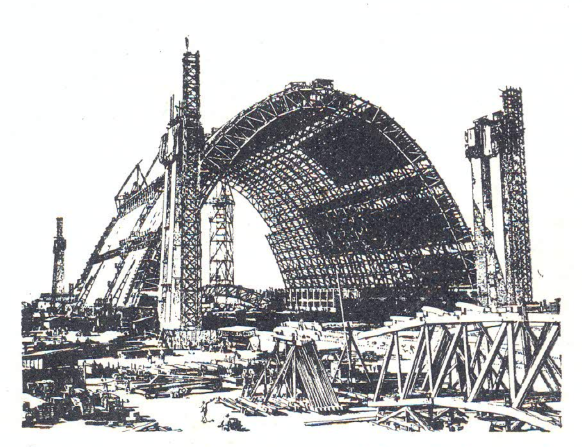
lo tanto, el camino más lógico es el de la electrificación máxima, basándose en aprovechamientos hidroeléctricos, que es la única forma en que nuestro país pueda obtener cierta independencia en ese sentido.

Otro aspecto que es necesario también tener en cuenta es la reducida área de nuestro territorio cubierta de bosques, sólo el 3% de la superficie total, como hemos dicho anteriormente. Hay que fomentar el cultivo de bosques y llevar nuestra superficie forestal al 30%, pues ello nos daría una reserva de combustibles de hulla verde muy grande. Además esto presentaría la ventaja de disminuir el problema de la erosión, tan importante en nuestro país.

Fomentar la agricultura, en especial los cultivos de maíz y trigo, primeras materias que se podrían emplear para producir alcohol y también el de oleaginosos, ya que ellos podrían ser fuente de otro combustible de emergencia: los aceites vegetales.

Agradezco al Señor Director del Instituto Militar de Estudios Superiores, la oportunidad de haberme brindado esta tribuna, al Presidente del Instituto Sudamericano del Petróleo, Ingeniero Carlos R. Végh Garzón, el haber honrado este acto con su presencia y a los Señores Jefes y Oficiales la atención prestada.





Este hangar para dirigibles semi-rígidos, de la Armada de los Estados Unidos, tiene la estructura de madera más grande jamás construida Dimensiones interiores libres: 72 metros de ancho, 47 de alto y 305 de largo.

Tomado de "Ingeniería Internacional", de julio 1948